

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 39 20 194.5  
22 Anmeldetag: 21. 6. 89  
43 Offenlegungstag: 10. 1. 91

DE 3920194 A1

71 Anmelder:  
Konermann, Stefan, 4540 Lengerich, DE

74 Vertreter:  
ter Meer, N., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Müller, F.,  
Dipl.-Ing., 8000 München; Steinmeister, H.,  
Dipl.-Ing.; Wiebusch, M., Pat.-Anwälte, 4800  
Bielefeld

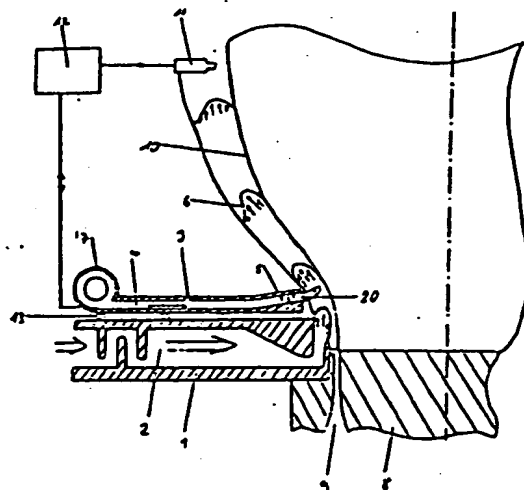
72 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Feinkorrektur des Dickenprofils einer Folienblase bei der Blasfolienherstellung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feinkorrektur des Dickenprofils einer Folienblase (10) bei der Blasfolienherstellung, bei dem die Kühlluftströmung (6) in einzelnen Umfangsbereichen der Folienblase variiert wird. Erfindungsgemäß wird ein Teil (4) der Kühlluft über einen gesonderten Austrittsspalt (20) zugeführt, der in Umfangsrichtung der Folienblase in einzelne separat gespeiste Segmente unterteilt ist, und die Zufuhr der zusätzlichen Kühlluft (4) über den gesonderten Austrittsspalt (20) wird mit Hilfe von Radialgebläsen (7) segmentweise geregelt. Auf diese Weise wird eine genaue Regelung der Kühlwirkung und damit der Foliendicke in den einzelnen Umfangsbereichen der Folienblase ermöglicht.

Fig. 1



DE 3920194 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feinkorrektur des Dickenprofils einer Folienblase gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei herkömmlichen Verfahren zur Blasfolienherstellung ergeben sich relativ große Dickenabweichungen der Folien, die je nach Foliendicke und Qualität der Herstellungsanlage bis zu 20% betragen können. Diese Dickenabweichungen haben vielfältige Ursachen, beispielsweise die Inhomogenität der Schmelze, Temperaturdifferenzen in der Schmelze und somit im Werkzeug sowie mechanische Fehler und Justagefehler des Werkzeugs und des Kühlrings. Es ist bekannt, die Foliendicke dadurch zu steuern, daß die Flußgeschwindigkeit der Schmelze innerhalb des Werkzeugs durch gezielte Heizung oder Kühlung des Werkzeugs in bestimmten Umfangsbereichen verändert wird. Die entsprechenden Vorrichtungen und Werkzeuge sind jedoch sehr aufwendig, und ein nach diesem Verfahren arbeitendes Regelsystem zur Korrektur der Foliendicke ist relativ träge, da bei der Heizung und Kühlung der Werkzeugbereiche große Verzögerungszeiten auftreten.

Aus der DE-PS 36 27 129 ist ein Verfahren der eingangs genannten Art bekannt, bei dem die Foliendicke durch Steuerung des Kühlluftstroms beeinflusst wird. Bei diesem Verfahren wird der Umstand ausgenutzt, daß heißere Bereiche der Folienblase in der Kühlzone zwischen der Düse und der Frostgrenze aufgrund der geringeren Viskosität der Schmelze stärker verstreckt werden als kühlere Bereiche, so daß sich die Dicke der Folie durch intensivere Kühlung erhöhen und durch schwächere Kühlung verringern läßt. Zur Steuerung des Kühlluftstromes sind eine Vielzahl von Stiften nahe des Luftaustritts auf dem Umfang des Kühlrings verteilt, und der Strömungswiderstand in den einzelnen Umfangsbereichen des Kühlrings wird variiert, indem die als Störkörper für die Kühlluftströmung wirkenden Stifte mehr oder weniger weit ausgefahren werden. Die Wirkung solcher Störkörper auf die Kühlluftströmung wird beschrieben in Pleßke: Schlauchfolienkühlung — Entwicklungsstand und Auswirkung von Fehlern auf die Folienqualität in "Kunststoffe" 69, Jahrgang 1979, Heft 4, Seiten 208 bis 214.

Bei diesem Verfahren kommt es aufgrund der Verwirbelung der Kühlluft an den Störstiften zu relativ scharfen Maxima und Minima in der Umfangsverteilung des Kühlluftdurchsatzes, so daß es schwierig ist, ein gleichmäßiges Dickenprofil der Folie einzustellen. Darüber hinaus wird durch die Störkörper insgesamt der Strömungswiderstand des Kühlrings erhöht, so daß die Kühlleistung abnimmt und die Folien-Erzeugungsrate entsprechend zurückgenommen werden muß. Ein weiteres Problem besteht darin, daß die Kühlluftdurchsätze in den verschiedenen Umfangsbereichen des Kühlrings voneinander abhängig sind, so daß bei einer Erhöhung des Strömungswiderstandes und Verringerung des Luftdurchsatzes in einem Umfangsbereich eine Erhöhung des Luftdurchsatzes in den benachbarten Umfangsbereichen auftritt. Wenn die Einstellung der Störkörper in einem geschlossenen Regelkreis erfolgt, so neigt das Regelsystem aufgrund der gegenseitigen Beeinflussung der Kühlluftströmungen zu Schwingungen, und das Regelsystem wird instabil.

In der oben genannten DE-PS 36 27 129 wird außerdem als Stand der Technik ein Verfahren erwähnt, bei dem der Kühlring in einzelne Segmente unterteilt ist, so daß die Kühlluftdurchsätze in den einzelnen Segmenten

unabhängig voneinander gesteuert werden können. An diesem Stand der Technik wird jedoch kritisiert, daß die Aufteilung der Segmente für eine Feinkorrektur des Dickenprofils der Folie zu grob sei. Außerdem tritt auch bei einer solchen Segmentierung des Kühlrings das Problem auf, daß durch die Trennwände zwischen den einzelnen Segmenten die Kühlluftströmung gestört wird und lokale Abweichungen der Foliendicke verursacht werden. Da für eine wirksame Kühlung der Folienblase insgesamt ein hoher Kühlluftdurchsatz benötigt wird, ist es zudem schwierig, den Luftdurchsatz in den einzelnen Segmenten so fein und mit so kurzer Ansprechzeit zu steuern, wie dies für eine Feinkorrektur des Dickenprofils erforderlich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Kühlluftströmung derart zu steuern, daß eine unabhängige, feinfühlig und schnelle Änderung der Kühlwirkung in den einzelnen Umfangsbereichen der Folienblase ermöglicht wird und extreme örtliche Schwankungen der Kühlwirkung vermieden werden.

Erfindungsgemäße Lösungen dieser Aufgabe sind in den unabhängigen Verfahrensansprüchen 1 und 7 und in dem Vorrichtungsanspruch 8 angegeben.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, daß man mit Hilfe eines üblichen Kühlrings einen Haupt-Kühlluftstrom erzeugt, bei dem die Strömungsgeschwindigkeit der Luft auf dem gesamten Umfang der Folienblase möglichst einheitlich ist, und daß man gezielte örtliche Veränderungen der Kühlwirkung dadurch erzielt, daß über einen gesonderten Luftspalt entweder zusätzliche Kühlluft abgegeben oder ein Teil der Haupt-Kühlluft abgesaugt wird. Das sehr leistungsfähige und entsprechend träge Kühlluftgebläse zur Erzeugung des Haupt-Kühlluftstroms kann folglich mit einer konstanten Grundlast betrieben werden, während die Strömungen in den einzelnen Umfangsabschnitten des zusätzlichen Luftspaltes aufgrund des geringeren Durchsatzes rasch variiert werden können, so daß eine feinfühlig Steuerung der Umfangsverteilung der Gesamt-Kühlluftströmung ermöglicht wird. Durch den gleichmäßigen Haupt-Kühlluftstrom werden zudem die Durchsatzunterschiede zwischen den einzelnen Umfangsabschnitten des zusätzlichen Luftspaltes zu einem gewissen Grad verwischt, so daß übermäßige Störungen des Gesamt-Kühlluftstromes und sprunghafte örtliche Änderungen der Kühlwirkung vermieden werden.

Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren keine spezielle Gestaltung des zur Erzeugung des Haupt-Kühlluftstromes dienenden Kühlrings erforderlich ist, läßt sich das Verfahren durch entsprechende Nachrüstung auch bei bestehenden Blasfolienanlagen verwirklichen.

Das Verfahren nach Anspruch 1 hat zudem den Vorteil, daß durch die Zugabe zusätzlicher Kühlluft die Kühlwirkung insgesamt verbessert und eine entsprechende Leistungssteigerung der Anlage ermöglicht wird. Die Steigerung der Kühlleistung wird nicht zuletzt dadurch erreicht, daß die Luftströmung durch das Einblasen der zusätzlichen Kühlluft in den Haupt-Kühlluftstrom stärker verwirbelt wird. Die zunächst turbulente, aufwärts gerichtete Haupt-Kühlluftströmung geht normalerweise aufgrund der abnehmenden Strömungsgeschwindigkeit nach oben hin allmählich in eine laminare Strömung über, so daß die Kühlwirkung nach oben hin stark abnimmt. Durch die Zugabe der zusätzlichen Kühlluft in geeigneter Höhe können erneut Turbulenzen erzeugt werden, so daß sich der wirksame Kühlbereich vergrößert. Die Änderung der Kühlwirkung wird somit ohne starke Änderung der Strömungsgeschwin-

digkeit und des Druckes erreicht, so daß eine stabile Blasenlage gewährleistet werden kann.

Die Steigerung der Kühlwirkung kann nicht nur durch Änderung des Durchsatzes der über den zusätzlichen Luftspalt zugeführten Kühlluft, sondern alternativ oder zusätzlich auch durch segmentweise Änderung des Anströmwinkels der Zusatzkühlluft gesteuert werden. Wahlweise kann auch die Position der einzelnen Segmente relativ zur Folienblase in vertikaler oder radialer Richtung variiert werden.

Eine weitere Steigerung der Empfindlichkeit bei der Steuerung der Umfangsverteilung der Kühlwirkung läßt sich dadurch erreichen, daß über den zusätzlichen Luftspalt vorgekühlte Luft zugeführt wird. In diesem Fall läßt sich die Umfangsverteilung der Kühlwirkung auch durch segmentweise Änderung der Temperatur der Zusatzkühlluft steuern. Diese Lösung läßt sich konstruktiv beispielsweise dadurch verwirklichen, daß den einzelnen Segmenten des zusätzlichen Luftspaltes über Mischventile gekühlte und ungekühlte Luft in unterschiedlichen Anteilen zugeführt wird oder daß eine Kühlflüssigkeit in die Zusatzluftströmung eingesprüht wird.

Wahlweise können anstelle von Luft auch andere Kühlgase mit unterschiedlichen Wärmekapazitäten verwendet werden, so daß sich die Umfangsverteilung der Kühlwirkung auch über die Zusammensetzung des Gasgemisches steuern läßt.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Lösungen besteht weiterhin darin, daß durch die getrennte Zufuhr der Kühlluft oder des Kühlgases zu den einzelnen Segmenten des zusätzlichen Luftspaltes bzw. durch die getrennte Absaugung der Luft in den einzelnen Segmenten eine gegenseitige Beeinflussung der Zusatzkühlfluchtströmungen vermieden wird. Hierdurch wird eine stabile Regelung des Dickenprofils in einem geschlossenen Regelkreis ermöglicht.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch eine Blasfolienanlage mit einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung;

Fig. 2 eine Grundrißskizze der Kühlvorrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt durch eine Kühlvorrichtung gemäß einem abgewandelten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 4(A)–(C) Grafiken zur Veranschaulichung der Geschwindigkeitsverteilung der Kühlluftströmung in einzelnen Segmenten der Kühlvorrichtung.

Bei einer Blasfolienanlage gemäß Fig. 1 wird Schmelze 9 aus einem ringförmigen Austrittsspalt eines Werkzeugs 8 ausgepreßt, so daß eine schlauchförmige Folienblase 10 gebildet wird. Das Werkzeug ist von einem Kühlring 1 umgeben, in dem ein Haupt-Kühlluftstrom 2 gleichförmig über den Umfang verteilt und am radial inneren Ende über einen aufwärts gerichteten Austrittsspalt abgegeben wird, so daß die Folienblase 10 mit Kühlluft angeblasen wird. Die Geschwindigkeitsverteilung der Kühlluftströmung 6 am Umfang der Folienblase 10 ist in Fig. 1 durch Pfeile und Verteilungskurven symbolisiert.

Auf der oberen Oberfläche des Kühlrings 1 ist auf

Sockeln 13 ein Zusatzkühlring 3 montiert, durch den über einen im wesentlichen radial gerichteten Austrittsspalt 20 zusätzliche Kühlluft 4 in den Haupt-Kühlluftstrom 6 eingeblasen wird. Da die zusätzliche Kühlluft 4 eine relativ große Querkomponente in bezug auf den Haupt-Kühlluftstrom aufweist, werden in der Kühlluftströmung am Umfang der Folienblase 10 Turbulenzen erzeugt oder verstärkt, so daß die an der Blasenoberfläche erwärmte Luft schneller abgeführt und die Kühlwirkung gesteigert wird. Der durch die Sockel 13 gebildete Zwischenraum zwischen dem Kühlring 1 und dem Zusatzkühlring 3 ermöglicht es, daß an der Abrißkante am Austrittsspalt des Kühlringes 1 zusätzliche Luft angesaugt werden kann.

Gemäß Fig. 2 ist der Zusatzkühlring 3 durch radiale Trennwände 17 in eine Vielzahl einzelner Segmente 19 unterteilt, und für jedes einzelne Segment ist ein gesondertes Radialgebläse 7 zur Erzeugung der Zusatz-Kühlluftströmung vorgesehen. Jedes der Radialgebläse 7 wird gesondert durch einen elektronisch kommutierten Elektromotor angetrieben, der eine schnelle und genaue Steuerung der Drehzahl und somit des Kühlluft-Durchsatzes in dem betreffenden Segment gestattet.

Optische Dickensensoren 11 sind in Abstand oberhalb des Zusatzkühlringes 3 am Umfang der Folienblase 10 angeordnet. Mit Hilfe dieser Dickensensoren wird die Dicke der Folie in den einzelnen Umfangsbereichen der Folienblase optisch gemessen und ein entsprechendes Dickensignal an eine Steuereinheit 12 übermittelt. Durch die Steuereinheit 12 werden die einzelnen Radialgebläse 7 unabhängig voneinander angesteuert. Der Kühlluftdurchsatz in den einzelnen Segmenten 19 des Zusatzkühlringes 3 beeinflusst die Kühlwirkung und damit die Verstärkung der Folienblase 10 in den einzelnen Umfangsbereichen, und die sich so ergebende Foliendicke wird durch die Dickensensoren 11 als Rückkopplungssignal an die Steuereinheit 12 zurückgemeldet, so daß das Dickenprofil der Folienblase 10 in einem geschlossenen Kreis geregelt wird. Anstelle mehrerer Dickensensoren kann auch ein einziger in Umfangsrichtung bewegbarer Sensor vorgesehen sein.

Die im Inneren des Zusatzkühlrings 3 angeordneten radialen Trennwände 17 reichen bis zu einer in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen 18 bezeichneten Kreislinie in unmittelbarer Nähe des Austrittsspalt 20, so daß die mit Hilfe der einzelnen Radialgebläse 7 erzeugten Kühlluftströmungen sich nicht gegenseitig beeinflussen. Erst unmittelbar vor dem Austrittsspalt 20 vereinigen sich die Kühlluftströme 4 der einzelnen Segmente, und durch eine Staustufe 5, die durch labyrinthartig angeordnete Rippen gebildet wird, wird die Geschwindigkeitsverteilung der Kühlluftströmung geglättet. Die Wirkung der Staustufe 5 ist in Fig. 4(A) bis (C) illustriert. Fig. 4(C) zeigt drei Segmente 19, in denen die Zusatz-Kühlluftströmungen 4 jeweils unterschiedliche Geschwindigkeiten aufweisen, wie durch Pfeile unterschiedlicher Länge veranschaulicht wird. Fig. (B) zeigt die entsprechende Geschwindigkeitsverteilung der Kühlluftströmung in Umfangsrichtung x des Kühlrings vor der Staustufe 5. In Fig. 4(A) ist die geglättete Geschwindigkeitsverteilung am Austrittsspalt 20 dargestellt. Durch geeignete Ansteuerung der Radialgebläse 7 läßt sich so die Strömungsgeschwindigkeit der Zusatz-Kühlluft 4 am Austrittsspalt 20 örtlich variieren, ohne daß abrupte Sprünge in der Geschwindigkeitsverteilung auftreten. Auf diese Weise wird eine gleichmäßige und genaue Regelung des Dickenprofils der Folienblase ermöglicht.

Fig. 3 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform des

Zusatzkühlrings 3. Bei dieser Ausführungsform ist jedes Segment des Zusatzkühlrings mit einer gesonderten Spaltdüse 16 versehen, die über eine flexible Kupplung 14 mit dem Hauptteil des Zusatzkühlrings 3 verbunden ist. Mit Hilfe eines Stellgliedes 15 läßt sich der Anstellwinkel der Spaltdüse 16 und damit das Ausmaß der in dem Haupt-Kühlluftstrom erzeugten Turbulenzen variieren. Bei dieser Ausführungsform kann somit die Kühlwirkung allein oder zusätzlich mit Hilfe des Anstellwinkels der Spaltdüsen 16 der einzelnen Segmente beeinflußt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Feinkorrektur des Dickenprofils einer Folienblase (10) bei der Blasfolienherstellung, bei dem die Kühlgasströmung (6) in einzelnen Umfangsbereichen der Folienblase variiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß man einen Teil (4) des Kühlgases über eine gesonderte Ringdüse (3) zuführt, die in Umfangsrichtung der Folienblase eine Vielzahl separat gespeister Segmente (16; 19) aufweist, und daß man die Zufuhr des Kühlgases (4) über die gesonderte Ringdüse segmentweise steuert oder regelt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchsatz des Kühlgases (4) in den einzelnen Segmenten (16; 19) variiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anströmwinkel ( $\phi$ ), mit dem das Kühlgas (4) aus den einzelnen Segmenten der Ringdüse abgegeben wird, und/oder die Position der einzelnen Segmente relativ zur Folienblase variiert wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man die Temperatur des über die einzelnen Segmente der Ringdüse abgegebenen Kühlgases variiert.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man die Zusammensetzung des über die einzelnen Segmente der Ringdüse zugeführten Kühlgases variiert.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man die Dicke der Folienblase oberhalb der Einfriergrenze in verschiedenen Umfangsbereichen abtastet und die Zufuhr des Kühlgases über die einzelnen Segmente der gesonderten Ringdüse in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken regelt.
7. Verfahren zur Feinkorrektur des Dickenprofils einer Folienblase (10) bei der Blasfolienherstellung, bei dem die Kühlgasströmung (6) in einzelnen Umfangsbereichen der Folienblase variiert wird, insbesondere nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß man einen Teil des zugeführten Kühlgases am Umfang der Folienblase absaugt und die Saugleistung in einzelnen Umfangsbereichen der Folienblase getrennt steuert oder regelt.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem die Folienblase (10) umgebenden Haupt-Kühlring (1), gekennzeichnet durch einen in Umfangsrichtung der Folienblase in einzelne Segmente (3) unterteilten, die gesonderte Ringdüse bildenden Zusatzkühlring (3), dessen Austrittsspalt (20) in den von dem Haupt-Kühlring (1) abgegebenen Kühlgasstrom (6) mündet, und durch den einzelnen Segmenten (16; 19) des Zusatzkühlrings zugeordnete

Förder- oder Stellmittel (7; 15), mit denen die Kühlgasströme (4) in den einzelnen Segmenten des Zusatzkühlrings getrennt steuerbar sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkühlring (3) eine durch radiale Trennwände (17) unterteilte Ringkammer bildet, und daß die Trennwände (17) am inneren Rand der Ringkammer in einer Position (18) in Abstand zu dem in Umfangsrichtung durchgehenden Austrittsspalt (20) enden.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den inneren Enden der Trennwände (17) und dem Austrittsspalt (20) eine allen Segmenten gemeinsame Staustufe (5) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Segmente des Zusatzkühlrings (3) durch getrennte Spaltdüsen (16) gebildet werden, die jeweils einen Abschnitt des Austrittsspalt (20) bilden und deren Anstellwinkel ( $\phi$ ) relativ zu dem Haupt-Kühlgasstrom (6) verstellbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Zusatzkühlring (3) auf einzelnen Sockeln (13) in Abstand oberhalb des Haupt-Kühlrings (1) montiert ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die den einzelnen Segmenten (19; 16) zugeordneten Fördermittel Radialgebläse (7) mit elektronisch kommutierten elektrischen Antrieben sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, gekennzeichnet durch eine in Abstand oberhalb des Zusatzkühlrings (3) am Umfang der Folienblase (10) angeordnete Dickenmeßeinrichtung (11) zur Messung der Foliendicke und durch eine Steuereinheit (12) zur Steuerung der Fördermittel (7) und/oder der Stellmittel (15) in Abhängigkeit von den gemessenen Foliendicken.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

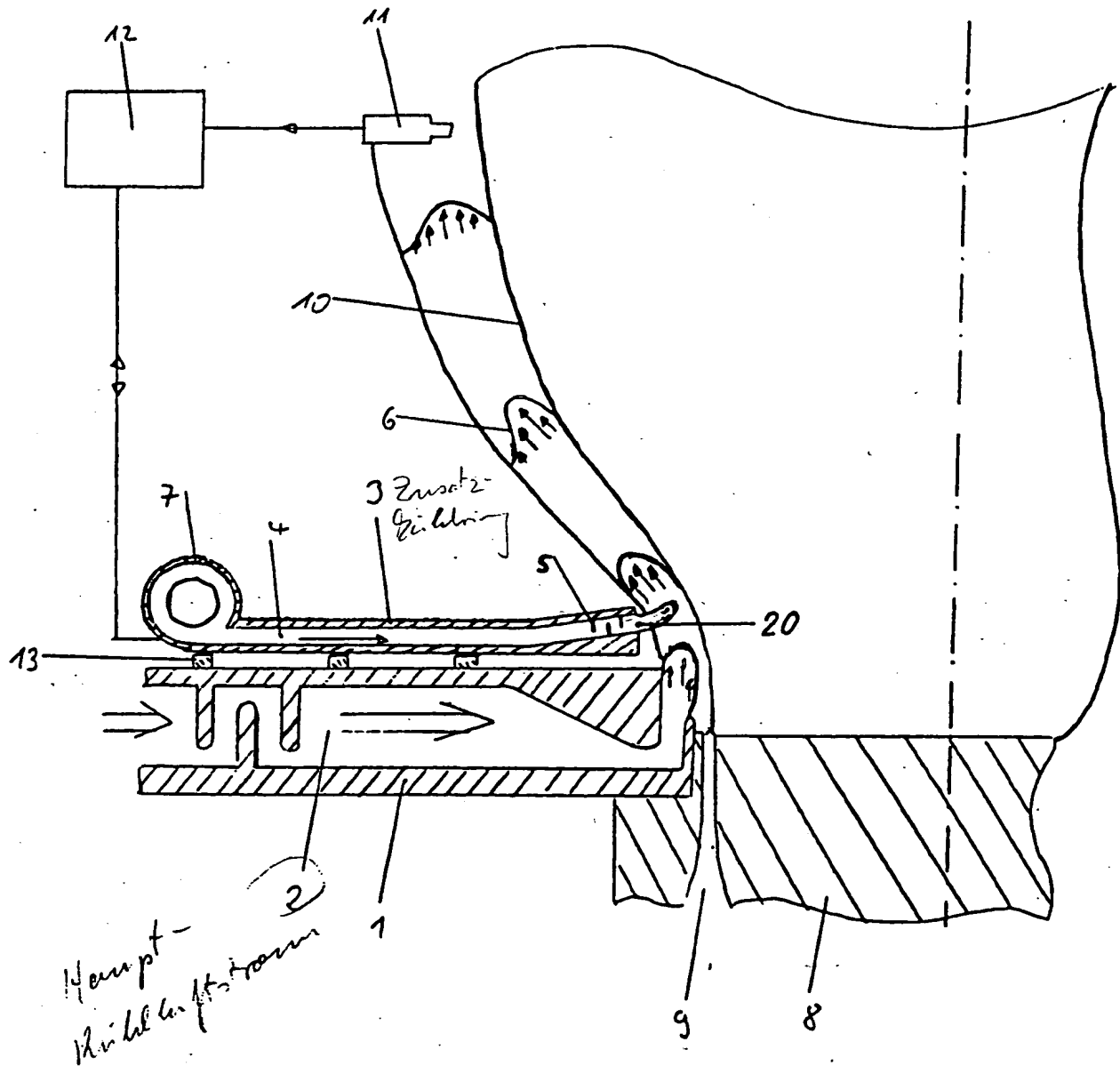




Fig. 2

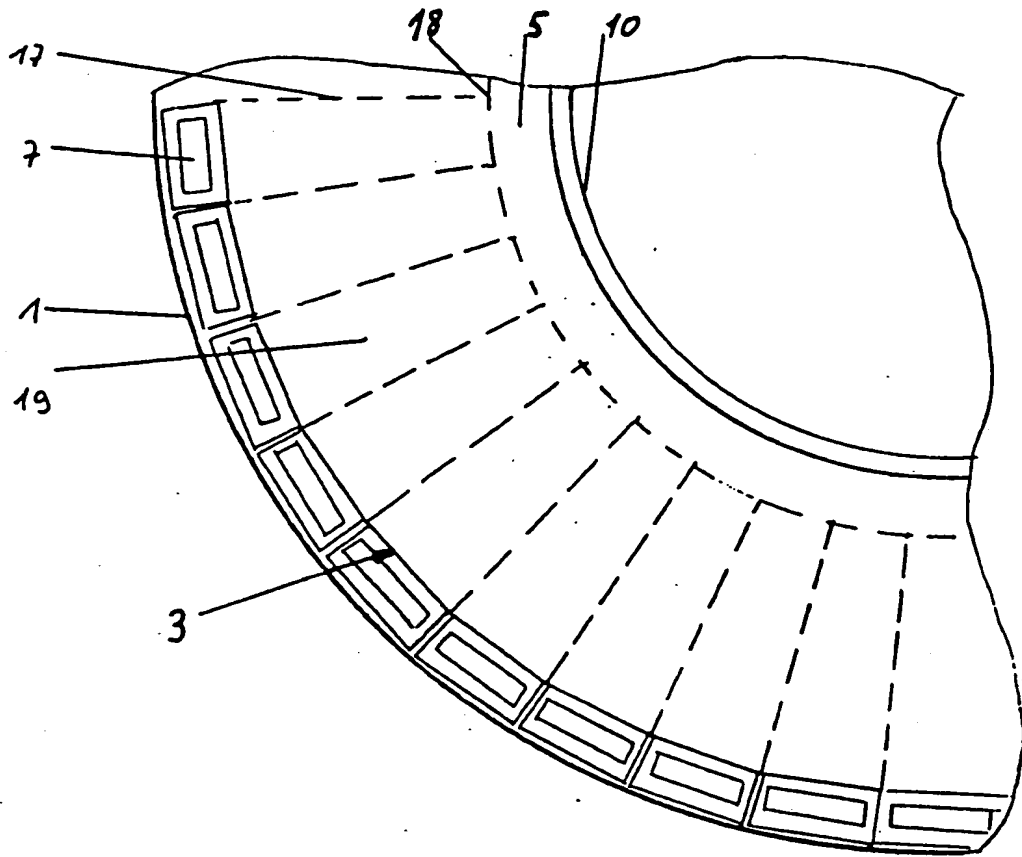
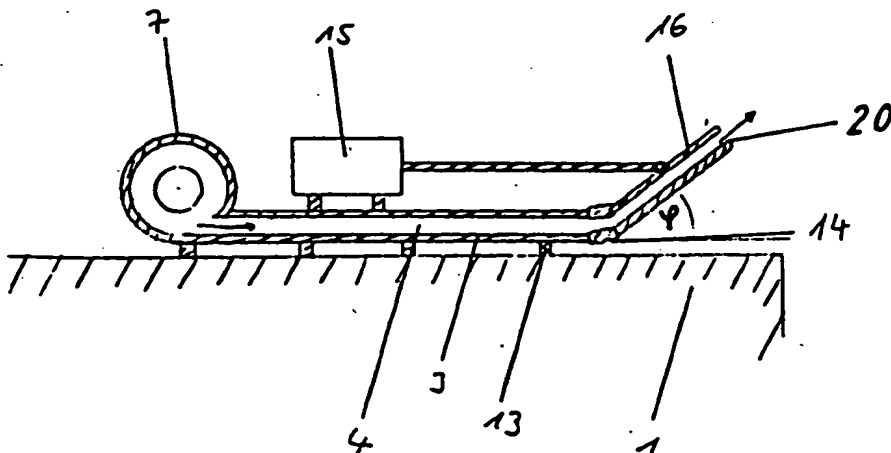


Fig. 3



B

Fig. 4(A)

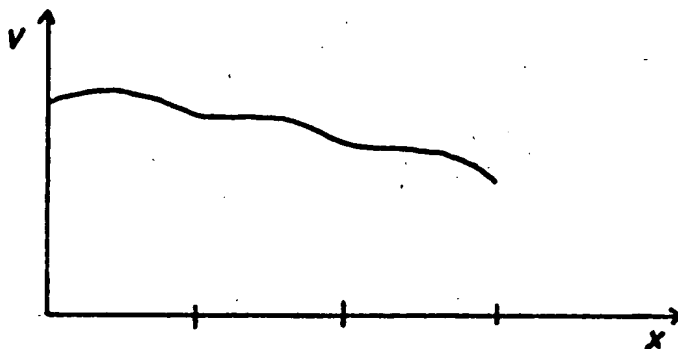


Fig. 4(B)

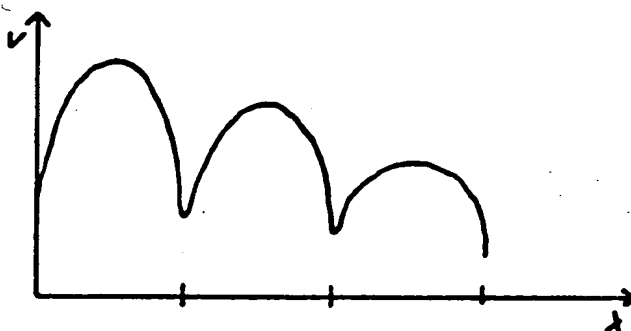


Fig. 4(C)

